

**EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
INFORMATIKA DOKTORI ISKOLA**

KÉPZÉSI TERV

Tudományág megnevezése:	Informatikai tudományok
Képzési forma:	Doktori (PhD) képzés
Képzési cél:	A tudományos fokozat megszerzésére való felkészítés
Képzési idő:	8 félév
Tagozat:	Nappali képzés munkarendje szerint
Finanszírozás:	Államilag támogatott, illetve költségtérítéses képzés
A képzésbe történő belépés követelménye:	MSc/MBA/MA diploma és sikeres felvételi vizsga
Nyelvi követelmények:	Fokozatszerzéshez egy legalább középfokú államilag elismert komplex (B2 típusú) angol nyelvvizsga vagy azzal egyenértékű dokumentum szükséges
A képzés zárul:	Abszolutórium
Az abszolutóriumhoz szükséges kreditek száma:	240 kredit
Kreditszerzés módjai/moduljai:	Tanulmányi kreditek (min.: 24, max.: 54), oktatási kreditek (min.: 0, max.: 48), kutatási kreditek (min.: 156, max.: 216), szakmai kreditek (min.: 0, max.: 24) A negyedik lezárt szemeszter végéig, a képzési és kutatási szakaszban az ELTE doktori szabályzatban előírt számú kreditet (120) teljesíteni kell, utána komplex vizsga letétele kötelező. A negyedik félévvel bezáróan kötelező egy olyan kurzus felvétele, amely a hallgató komplex vizsgája tárgyainak egyikéből ún. komplex vizsgára felkészítő kurzus. Sikeres komplex vizsga után a kutatási és disszertációs szakaszban tanulmányi kredit nem teljesíthető.

A Doktori Iskola oktatási programjainak címei:

- Informatika Doktori Iskola/Szoftver- és Számítástudomány Doktori Program
- Informatika Doktori Iskola/Adattudomány, Hálózatok, Információs Rendszerek Doktori Program
- Informatika Doktori Iskola/Tudományos Számítások és Modellek, Numerikus és Szimbolikus Módszerek Doktori Program
- Informatika Doktori Iskola/Informatika Szakmódszertan Doktori Program
- Informatika Doktori Iskola/Térinformatika és Téradat-tudomány Doktori Program
- Informatika Doktori Iskola/Informatikai Megoldások a Mérnöki Tudományokban Doktori Program

A Doktori Iskola oktatási programjainak ismertetése

I. Szoftver- és Számítástudomány Doktori Program

A doktori program célja, hogy olyan mély, szerteágazó ismeretek birtokába juttassa a doktoranduszokat, amelyek segítségével eredményesen, aktív módon művelhetik az informatika elméleti alapjait alkotó számítástudományi és szoftvertudományi területeket, illetve olyan szinten sajátíthatják el az eredmények alkalmazásához szükséges kurrens módszertani elveket, hogy ezek megújító jellegű felhasználása, az újonnan születő eljárások befogadása lehetővé váljon.

A program keretében többek között a következő tárgykörök művelésére van lehetőség:

szoftverek tervezése és szoftvertechnológia, algoritmusok, programozási paradigmák, nyelvek és típusrendszereik, nagy megbízhatóságú szoftverek, szoftverek elemzése, helyessége és tesztelése, szoftverarchitektúrák, számítási modellek és nem hagyományos számítások, kvantumszámítások, a mesterséges intelligencia modelljei és alkalmazása intelligens szoftverek előállításában, alkalmazási terület specifikus programozási nyelvek és szoftver intenzív rendszerek, kiberfizikai és autonóm

rendszerek, ember-gép kapcsolat és természetes nyelvek számítógépes feldolgozása, illetve az informatika humán és társadalmi vonatkozásai.

II. Adattudomány, Hálózatok, Információs Rendszerek Doktori Program

- A program a digitális adatvilág működtetését szolgáló számítógépi technológiák elméleti kutatásával, építésének, működtetésének és használatának mesterségbeli és tudományos kérdéseivel foglalkozik. A program három pillére, az adattudomány, a számítógépes hálózatok és az eredeti információs rendszerek, egymást támogatva, sokoldalú kutatási lehetőséget nyújtanak.
- Az egyre bőségebben rendelkezésre álló adatok és feldolgozási kapacitások a korábbi adatbányászati és big data technológiákat a Mesterséges Intelligencia új mélytanulási lehetőségeivel bővítve vezettek az adattudományi terület kibontakozásához. Összefoglalóan, a nagy adathalmazok kezelésének, elemzésének és felhasználásának területét adattudománynak nevezik. Ebbe beletartozik az adatok gyűjtése, tisztítása, tárolása, ezekhez kapcsolódó algoritmusok, éppúgy, mint az elemzéshez használandó adatbányászati és mélytanulási technológiák.
- Az adatokkal való gazdálkodás mellett az adatok gyűjtését, áramlását, elérését és a kommunikációt biztosító digitális adathálózatok kutatása jelenti a program második komponensét. A hálózatok összekötik a felhő központokat a kiszolgáló központokkal, a végfelhasználókkal az egyéni mobil eszközökön, szenzorhálózatokon túl a kommunikáló okos tárgyak internetéig igen széles spektrumban bővül a világunk behálózottsága.
- Az információs rendszerek területén a program a klasszikusnak számító rendszermodellek és az operatív adatbázis-kezelési technológiák új irányait kívánja központba állítani. Új elvű adatmodellek, tudásreprezentációk és új adatbáziskezelő technológiák kutatása is kapcsolódik ehhez a területhez. A digitalizáció egyik fő jellegzetessége, hogy az információs rendszerek építése és továbbfejlesztése egyre nagyobb automatizálással és MI technológiák integrálásával történik. A szervezeteken belüli folyamatok és a hozzájuk kapcsolódó információs rendszer folyamatokba integrálva, beágyazva jelennek meg a ma összefoglalóan mesterséges intelligenciának nevezett módszerek, algoritmusok és technológiák, a korszerű adatanalitikai megoldások. E folyamatokból származó a döntések, tevékenységek eredményeinek megváltoztathatatlansága, az átláthatóság, a nyomon követhetőség, a megmagyarázhatóság formális és megvalósítható modelljeinek és módszereinek kialakítása valamint az alternatív megközelítések és megoldások vizsgálata gyümölcsöző kutatási terület.

III. Tudományos Számítások és Modellek, Numerikus és Szimbolikus Módszerek Doktori Program

A tudományos számítások és modellek területén a doktori program a harmonikus analízis, a differenciálegyenletek, a számelmélet, a számítógépes grafika eszközeinek felhasználásával matematikai modellek konstrukciójával foglalkozik, amelynek célja az informatikai, orvosi, mérnöki és egyéb területeken felmerülő problémák megoldása. A numerikus és szimbolikus módszerek területén a doktori program a numerikus módszerek elmélete és gyakorlata, az approximációelmélet és optimalizáció, valamint a szimbolikus számítások matematikai háttere, módszerei és alkalmazási lehetőségei köré csoportosul. A különböző kapcsolódó tudományterületek kutatóinak is segítséget nyújt a program, akik a területükön tudományos számításokat, numerikus vagy szimbolikus módszereket és eszközöket kívánnak alkalmazni. Számos kérdéskörben, például jel és képfeldolgozási, orvosi, mérnöki feladatok, alak-felismerési feladatok, számítógépes látás, komputeralgebrai alkalmazási területek, kriptográfia, informatikai biztonság kutatásában folyik eredményes munka.

IV. Informatika Szakmódszertan Doktori Program

A doktori program célja az informatika tudományterületén széleskörűen tájékozott, a szaktudományt, annak új eredményeit és a pedagógiai ismereteket alkotó módon társítani képes kutató szaktanárok képzése, akik képesek az igényes tanítás, tehetséggondozás, ismeretterjesztés, a

tantervkészítés és szaktárgyi fejlesztés, a szaktanácsadói, illetve a vezetőtanári feladatok ellátására, továbbá utánpótlást jelentenek a szakmódszertan területén a felsőoktatásban. Az oktatásmódszertani kutatásokat gyors reagálásra készíti az ismeretanyag folyamatos változása, és a mindennapi életbe egyre mélyebben behatoló információs technológiák hatása. Az informatika tantárgy ismeretanyaga rendkívül gyorsan változik, egyre hangsúlyosabban jelenik meg az általános Informatikai ismeretek mellett a programozás, amit a tantervi viták nemzetközi szintű intenzitása is jól igazol. Ennek megfelelően a szakmódszertani kérdések mellett létfontosságú, hogy a kutató kövesse a modern technológiák, eszközök megjelenését, nemcsak alkalmazói szinten, hanem rendelkezzen széleskörű, professzionális programozási tudással is. Ezzel a komplex feladattal sajátos kutatási felkészültség nélkül nem lehet megbirkózni.

V. Térinformatika és Téradat-tudomány Doktori Program

A téradat a társadalmi és ipari digitalizáció egyik nyersanyagforrása, számos gazdasági és kutatási fejlesztési koncepció meghatározó bemeneti paramétere. A téradatok állapota és sikeres felhasználása (térben, időben, tematikusan) értékmérő tulajdonság tudományos és gazdasági szempontból egyaránt. Az emberi kultúrával kapcsolatos információk jelentős része térbeli adat is egyben. A térinformatika és téradat-tudomány doktori program célja az attribútum adatok térbeli összefüggéseinek tudományos elemzése, értelmezése és modellezése. A program feladata a felvázolt kihívások megértéséhez szükséges téradat-technológiák elméleti és gyakorlati megismerése, alkalmazása, valamint kutatási fejlesztése. A doktori programon belül választható tematikus területek: távérzékelési módszerek, web-GIS, navigációs és mobile mapping technológiák, téradat-vizualizáció, téradat-bányászat és más kapcsolódó műszaki informatikai tématerületek.

VI. Informatikai Megoldások a Mérnöki Tudományokban Doktori Program

A modern gyártástechnológiák ma már elképzelhetetlenek informatikai kutatás-fejlesztés nélkül, amelyek átfogó, komplex megértése és kezelése a modern társadalmak hajtómotorja.

A doktori program keretében folyó képzés az informatikai és mérnöki szakterületek kapcsolódási pontjain átfogó jártasság megszerzését teszi lehetővé és ezen ismeretek alapján képessé teszi a hallgatót önálló kutatás végzésére, informatikai megoldások kidolgozására a mérnöki tudományokban felmerülő problémák megoldására.

A doktori program elméleti és gyakorlati ismereteket nyújt a magas színvonalú mérnöki megoldások szempontjából alapvető fontosságú informatikai, ezen belül ipar 4.0 gyártástechnológiai, mérnöki anyagtudományi, mechanikai, áramlástechnikai területeken.

Az informatikai kutatás-fejlesztésközéppontjába állítja azokat a feladatokat, amelyek megoldása a fém, polimer és kompozit anyagok jellemzőinek és többcélú, alkalmazott felhasználását támogatja. Az anyagtudományi kérdések a molekuláris rendszerektől a tömbi anyagjellemzőkön át vezetnek az informatikai és mérnöki szemléletű tervezés, végelem modellezések, valamint az informatikai rendszerekkel történő optimalizációs eljárások megismeréséig. Az ilyen és hasonló mérnöki megoldások háttérét a műszaki mechanika alapozza meg.

A doktori program infrastrukturális feltételei a Savaria Műszaki Intézet korszerű és jól felszerelt laboratóriumi bázisán alapszik. A kutatási lehetőségek a folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően kiszélesednek. Újonnan megvalósult berendezéseink a hegesztőrobot és a szélcsatorna. Utóbbival egy új laboratórium, az Áramlástan labor jött létre, ami rövidesen tovább fog bővülni egy lézeres mérőberendezéssel.

A Doktori Iskola képzési moduljai

Iskolarendszerű képzési modul (megszerezhető kredit: 54, teljesítendő min.: 24 kredit)

A 6 kredites tárgyakhoz heti 2 kontaktórányi foglalkozásnak kell tartoznia.

A doktori programokhoz tartozó tantárgyak:

Szoftver- és Számítástudomány Doktori Program

Tantárgyak:

- INFPHD004 Informatikai biztonság**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD005 Szoftverminőség menedzselés**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD008 Keresés és kommunikációs komplexitás szemimárium**
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételhető
- INFPHD015 Autonóm rendszerek kutatási területei**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD016 Bonyolultságelmélet**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD017 Bonyolultságelmélet szeminárium**
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételhető
- INFPHD032 Típuselmélet I.**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD033 Sztochasztikus automaták**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD035 Programozási nyelvek összehasonlító elemzése**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD037 Mesterséges neuronhálók**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD045 Elosztott funkcionális programok**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD046 Funkcionális programok helyessége**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD047 Temporális logikák és alkalmazásaik**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD048 Algoritmusok és adatszerkezetek elemzése II.**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD061 Kutatásmódszertan**
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételhető
- INFPHD080 Nyelvprocesszor rendszerek**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD085 Programok helyessége és szemantikája**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD102 Biológiai indíttatású számítások: Membrán rendszerek**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD144 Szoftvermetrikák**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD400 Gráfelmélet**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD407 Szoftvertesztelés**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD412 Bioinformatika**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD414 Algoritmuselmélet**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD425 Logikai Nyelvtanok**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető

- INFPHD431 Üzleti Modellezés és Innováció**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD435 Új irányzatok a logikai programozásban**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD438 Követelménymenedzsment**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD440 Multi-ágens rendszerek formális nyelvi modelljei**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD444 SAT megoldó algoritmusok**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD445 Nagy Hálózatok**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD48 Generatív programozás kutatási területei**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

Komplex vizsgára felkészítő tantárgyak:

- INFPHD601 Algoritmusok tervezése és elemzése (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD602 Bonyolultságelmélet (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD604 Informatikai biztonság (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD609 Párhuzamos és elosztott rendszerek (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD610 Programok helyessége és szemantikája (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD612 Programozási nyelvek (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD613 A számításelmélet alapjai (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD615 Számítógépes rendszerek (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD617 Adatszerkezetek és algoritmusok (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD629 Matematikai logika (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD631 Programozási technológia (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD632 Temporális logikák (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

A doktori programhoz tartozó komplex vizsga tárgyak listája:

Algoritmusok tervezése és elemzése
Bonyolultságelmélet
Informatikai biztonság
Párhuzamos és elosztott rendszerek
Programok helyessége és szemantikája
Programozási nyelvek
A számításelmélet alapjai
Számítógépes rendszerek
Adatszerkezetek és algoritmusok
Matematikai logika

Adattudomány, Hálózatok, Információs Rendszerek Doktori Program

Tantárgyak:

INFPHD004 Informatikai biztonság

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD008 Keresés és kommunikációs komplexitás szemimárium

6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető

INFPHD011 Hálózatok és a www matematikája

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD015 Autonóm rendszerek kutatási területei

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD021 Adatbáziskezelés haladóknak II.

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD022 Adatbáziskezelés haladóknak III.

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD023 Adatbányászat

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD024 Adatbányászat szeminárium I.

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD025 Objektum orientált adatbázisok

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD027 Objektum elvű modellalkotás, UML I.

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD037 Mesterséges neuronhálók

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD047 Temporális logikák és alkalmazásaik

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD048 Algoritmusok és adatszerkezetek elemzése II.

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD052 Sorbanálláselmélet

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD061 Kutatásmódszertan

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD063 Algoritmusok adatfolyamokon

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD064 Félig struktúrált és XML adatbázisok

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD067 A geokartográfia optimális vetületei

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD074 Megerősítéses tanulás

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD078 Kriptológia szeminárium

6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető

INFPHD080 Nyelvprocesszor rendszerek

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD083 Vállalkozásmenedzsment alapismeretek

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD084 Bevezetés az adatbányászatba

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

- INFPHD098 Mesterséges intelligencia alkalmazása**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD105 Adatstruktúrák**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD114 Adatbáziskezelés haladóknak I.**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD43 Pénzügyi Piaci Modellek I.**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD44 Pénzügyi Piaci modellek II.**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD145 Vetülettan a térinformatikában**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD147 Hálózat tervezés alapjai**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD150 Adatbányászat szeminárium II.**
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető
- INFPHD151 Adatbányászat szeminárium III.**
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető
- INFPHD157 Keresés és kommunikációs komplexitás szeminárium II.**
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető
- INFPHD158 Keresés és kommunikációs komplexitás szeminárium III.**
6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető
- INFPHD161 Térképvetületek a térinformatikában**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD162 A földrajzi térképek optimális vetületei**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD170 Hitelkockázatok I.**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD171 Hitelkockázatok II.**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD174 Kommunikációs hálózatok forgalmának modellezése**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD181 Számítógépes Látás**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD182 Mesterséges intelligencia technikák a robotikában**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD192 Térképvetületek a térinformatikában II.**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD414 Algoritmuselmélet**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD417 Interaktív média kutatási területei**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD420 GRID és CLOUD rendszerek együttműködési lehetőségei**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD421 Mobil Ad Hoc Hálózatok**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD427 Peer-to-peer hálózatok**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD429 Kalandozás az algoritmusok világában**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD431 Üzleti Modellezés és Innováció**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD438 Követelménymenedzsment**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD439 Szervezeti/vállalati architektúra és a szervezeti/vállalati folyamatok modellezésének kérdései**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD441 A Szemantikus Web gyakorlati alkalmazásai

6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető

INFPHD445 Nagy Hálózatok

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

Komplex vizsgára felkészítő tantárgyak:

INFPHD604 Informatikai biztonság (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD606 Mesterséges intelligencia (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD616 Adatbányászat (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD617 Adatszerkezetek és algoritmusok (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD619 Bioinformatika (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD625 Információelmélet és kódolás (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD626 Információs rendszerek alkalmazásai (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD628 Korszerű adatbázisok (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD630 Neurális számítások (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD633 Térinformatika (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD636 Információs rendszerek (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD637 Adatbázisok és tudásbázisok (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD638 A www és a hálózatok matematikája (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

A doktori programhoz tartozó komplex vizsga tárgyak listája:

- Adatbázisok, tudásbázisok
- Adatbányászat
- Bioinformatika
- Korszerű adatbázisok
- Információs rendszerek
- Informatikai biztonság
- Mesterséges intelligencia

A doktori programban ajánlott komplex vizsga tárgyak listája:

- Párhuzamos és elosztott rendszerek
- A számításelmélet alapjai
- Számítógépes grafika
- Számítógépes rendszerek

- Algoritmusok tervezése és elemzése
- Adatszerkezetek és algoritmusok
- Képfeldolgozás (Számítógépes látás)
- Neurális számítások
- Temporális logikák
- Térinformatika
- A www és a hálózatok matematikája

Tudományos Számítások és Modellek, Numerikus és Szimbolikus Módszerek Doktori Program

Tantárgyak:

INFPHD009 Számítógépes felület-rekonstrukció

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD019 Alkalmazott diszkrét matematika

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD028 A geometriai modellezés aktuális problémái

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD038 Számrendszerek

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD039 Véges testek

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD042 Bevezetés a komputeralgebrába

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD044 Approximációelmélet és alkalmazásai

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD051 Algebrai kódoláselmélet

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD054 Rendszer- és irányításelmélet

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD055 Approximációelmélet II

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD056 Digitális szűrési módszerek a képfeldolgozásban

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD058 Kriptológia

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD061 Kutatásmódszertan

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD073 Extremális halmazrendszerek szeminárium

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD078 Kriptológia szeminárium

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD094 Waveletek

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD099 Megbízható numerikus számítások

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD181 Számítógépes Látás

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD187 Szimbolikus programcsomagok használata dinamikai rendszerek vizsgálatára

- 6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD188 Jel- és képfeldolgozás szeminárium**
- 6 kredit, gyakorlat, választható, ismételtető
- INFPHD197 Többcélűfüggvényű optimalizálás**
- 6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD198 Algebrai számelméleti algoritmusok**
- 6 kredit, gyakorlat, választható, ismételtető
- INFPHD199/A Komputeralgebrai algoritmusok I.**
- 6 kredit, gyakorlat, választható, ismételtető
- INFPHD199/B Komputeralgebrai algoritmusok II**
- 6 kredit, gyakorlat, választható, ismételtető
- INFPHD413 A valós függvénytan alapjai**
- 6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD423 Párhuzamos számítások a diszkrét matematikai modellezésben**
- 6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD428 Bevezetés az elsőrendű hiperbolikus egyenletrendszerek numerikus megoldásába**
- 6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD433 Fourier-analízis I**
- 6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD434 Fourier-analízis II**
- 6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD442 Időfüggő parciális differenciálegyenletek numerikus módszerei és alkalmazása**
- 6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD452 Matematikai módszerek a kriptográfiában**
- 6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

Komplex vizsgára felkészítő tantárgyak

- INFPHD603 Fourier analízis és alkalmazásai (komplex vizsgára felkészítő)**
- 6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD604 Informatikai biztonság (komplex vizsgára felkészítő)**
- 6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD605 Komputeralgebra (komplex vizsgára felkészítő)**
- 6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD607 Numerikus számítások (komplex vizsgára felkészítő)**
- 6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD614 Számítógépes grafika (komplex vizsgára felkészítő)**
- 6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD618 Approximációelmélet (komplex vizsgára felkészítő)**
- 6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD620 Differenciálegyenletek numerikus megoldása (komplex vizsgára felkészítő)**
- 6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD621 Egyenletrendszerek numerikus megoldása (komplex vizsgára felkészítő)**
- 6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD622 Számítási modellek és alkalmazásaik (komplex vizsgára felkészítő)**
- 6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD624 Görbék és felületek (matematikai) modellezése (komplex vizsgára felkészítő)**
- 6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD625 Információelmélet és kódolás (komplex vizsgára felkészítő)**
- 6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD627 Képfeldolgozás (Számítógépes látás) (komplex vizsgára felkészítő)**

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

A doktori programhoz tartozó komplex vizsga tárgyak listája:

- Fourier analízis és alkalmazásai
- Numerikus számítások
- Approximációelmélet
- Differenciálegyenletek numerikus megoldása
- Egyenletrendszerek numerikus megoldása
- Számítási modellek és alkalmazásaik
- Görbék és felületek (matematikai) modellezése

Informatika Szakmódszertan Doktori Program

Tantárgyak:

INFPHD061 Kutatásmódszertan

6 kredit, gyakorlat, kötelező, nem ismételtető

INFPHD123 Az Informatika tanításának módszertana

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD156 Innovatív TST (Tanulás Segített Technológia) kutatási és fejlesztési kérdései

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD160 Közismereti Informatikai Tantervelmélet

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD166/A e-Learning hatékonysága I

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD179 Fejezetek az informatikametodikából kutatószeminárium I.

6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető

INFPHD184 Fejezetek az informatikametodikából kutatószeminárium II.

6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető

INFPHD185 Fejezetek az informatikametodikából kutatószeminárium III.

6 kredit, gyakorlat, választható, nem ismételtető

INFPHD190 Oktatási programozási nyelvek

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD429 Kalandozás az algoritmusok világában

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD448 Valós idejű rendszerek vizsgálata

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD449 IoT eszközök integrációja

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

Komplex vizsgára felkészítő tantárgyak:

INFPHD608 Az informatika tanításának módszertana (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD611 Programozási módszertan (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD615 Számítógépes rendszerek (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD634 Informatikai tantervelmélet (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

A doktori programhoz tartozó komplex vizsga tárgyak listája:

- Az informatika tanításának módszertana
- Programozási módszertan
- Számítógépes rendszerek
- Informatikai tantervelmélet
- Tanítást segítő technológiák

A doktori programban ajánlott komplex vizsga tárgyak listája

- Adatbázisok, tudásbázisok
- Információs rendszerek
- Informatikai biztonság
- Az informatika tanításának módszertana
- Mesterséges intelligencia
- Numerikus számítások
- Párhuzamos és elosztott rendszerek
- Programozási módszertan
- Programozási nyelvek
- Számítógépes grafika
- Számítógépes rendszerek
- Informatikai tantervelmélet
- Tanítást segítő technológiák

Térinformatika és Téradat-tudomány Doktori Program

Tantárgyak:

INFPHD061 Kutatásmódszertan

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD461 Webtérképek fejlesztése

6 kredit gyakorlat, választható, nem ismételtető

INFPHD462 Távérzékelési módszerek és technológiák

6 kredit előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD463 Térképanimációk

6 kredit gyakorlat, választható, nem ismételtető

INFPHD464 Kognitív adatvizualizáció

6 kredit előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD465 Térbeli adatbázisok, adatbányászat a térinformatikában

6 kredit gyakorlat, választható, nem ismételtető

INFPHD466 Output orientált digitális kartográfia

6 kredit előadás, választható, nem ismételtető

INFPHD467 Tematikus térképek a térinformatikában

6 kredit gyakorlat, választható, nem ismételtető

INFPHD468 Mobile Mapping és navigáció

- 6 kredit gyakorlat, választható, nem ismételtető
- INFPHD161 Térképvetületek a térinformatikában**
6 kredit előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD192 Térképvetületek a térinformatikában II**
6 kredit előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD162 A földrajzi térképek optimális vetületei**
6 kredit előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD191 A földrajzi térképek optimális vetületei II**
6 kredit előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD633 Térinformatika**
6 kredit gyakorlat, választható, nem ismételtető
- INFPHD056 Digitális szűrési módszerek a képfeldolgozásban**
6 kredit előadás, választható, nem ismételtető
- INFPHD088 Digitális szűrési módszerek a térinformatikában I.**
6 kredit előadás, választható, nem ismételtető

Komplex vizsgára felkészítő tantárgyak:

- INFPHD633 Térinformatika (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD640 Távérzékelési módszerek és technológiák (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit előadás, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD641 Webtérképek fejlesztése (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD642 Output orientált digitális kartográfia (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit előadás, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD643 Kognitív adatvizualizáció (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit előadás, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD644 Térbeli adatbázisok, adatbányászat a térinformatikában (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD645 Mobile Mapping és navigáció (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető
- INFPHD651 Térképvetületek a térinformatikában (komplex vizsgára felkészítő)**
6 kredit előadás, kötelezően választható, nem ismételtető

A doktori programhoz tartozó komplex vizsga tárgyak listája:

- Térinformatika
- Navigációs technológiák
- Távérzékelés
- Téradat-vizualizáció

A doktori programban ajánlott komplex vizsga tárgyak listája:

- Térbeli adatbázisok és adatbányászat
- Térképvetületek a térinformatikában

Informatikai Megoldások a Mérnöki Tudományokban Doktori Program

Tantárgyak:

INFPHD061 Kutatásmódszertan

6 kredit, előadás, választható, nem ismételtető

Komplex vizsgára felkészítő tantárgyak:

INFPHD646 Információelmélet és entrópia mérnöki alkalmazása (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD647 Ipar 4.0 gyártástechnológia alapjai (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD648 Számítási folyamatok mérnöki alkalmazása (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

INFPHD649 Dinamikus rendszerek modellezése és szimulációja (komplex vizsgára felkészítő)

6 kredit, gyakorlat, kötelezően választható, nem ismételtető

Az ismeretek ellenőrzésének rendszere:

A Doktori Iskolában az iskolarendszerű képzési modulban kreditpont adható a kontaktórákon való részvételért, a vizsgákra és a feladatok teljesítésére való felkészülésért és a számonkérések teljesítéséért. Az egy féléves, heti egy vagy két órában oktatott tantárgyak esetében az ismeretanyag feldolgozásának és elsajátításának értékelése ötfokozatú skálán történik: jeles (5), jó (4), közepes (3), elégséges (2) és elégtelen (1). Egyes két féléves tárgyak esetében, melyek első féléve nem zárul számonkéréssel, az első félév végén az oktató aláírásával kétfokozatú skálán – megfelelt, nem felelt meg – értékeli a hallgató teljesítményét. Osztályzatot és tanulmányi krediteket a hallgatók ez esetben csak a második félév végén, a tantárgy második részének teljesítése után ötfokozatú skála alapján nyernek.

A képzési és kutatási szakaszban kötelezően megszerzendő képzési kreditek száma 24. A felvehető tárgyak közül megkülönböztetünk a doktori programhoz tartozó, ún. komplex vizsgára felkészítő tárgyakat és a doktori programban ajánlott komplex vizsgára felkészítő tárgyakat. Ezen tárgyak a kötelezően választható tárgyak. A negyedik félév végéig kötelező egy olyan tárgy felvétele, amely a doktorandusz komplex vizsgájának tárgyai egyikéhez tartozó komplex vizsgára felkészítő tárgy.

A képzési és kutatási szakaszban kötelező tárgyak:

Kutatásmódszertan (1. félév, 6 kredit)

Komplex vizsgára felkészítő főtárgy (kötelezően választható, a doktori programhoz tartozik) (2-4. félév, 6 kredit)

INFPHD500 Részképzés, kreditátvitel

Az abszolutórium megszerzéséhez szükséges tanulmányi kreditek maximum 50%-a teljesíthető részképzés, illetve kreditátvitel útján.

Kutatási modul (megszerezhető kreditek: 216 kredit, teljesítendő min: 156)

Megoszlása: 1-4 félév: minimum 66 kredit, maximum 96 kredit
5-8 félév: minimum 90 kredit, maximum 120 kredit

INFPHD200 Irányított kutatómunka

1-4 félév: összesen minimum 66 kredit, összesen maximum 96 kredit
5-8 félév: összesen minimum 90 kredit, összesen maximum 120 kredit,
gyakorlat, kötelező, ismételhető

Kötelező kutatási feladatok:

Részletes kutatási terv készítése, 1. félév vége, 2 kredit
Kutatási beszámoló készítése 1-3, 5-8. félév vége, 2 kredit

A kutatási teljesítmény elismerésének rendszere:

Kutatási kredit adható a tudományos kutatómunkához szükséges képességek és készségek elsajátításáért, a tudományos kutatómunkában való előrehaladásért, a tudományos munka eredményeinek publikálásáért.

Javaslat a kutatási kreditpontok részletezésére:
(a témavezető ismeri el a programvezető jóváhagyásával a befektetett munkamennyiség arányában):

Feladatok elvégzéséért adható ajánlott mennyiség:

- › Szakmai előadás: 2-4 kredit
- › Előadás hazai konferencián megjelent dolgozattal: 4-5 kredit
- › Poszter hazai konferencián: 3-4 kredit
- › Előadás nemzetközi konferencián megjelent dolgozattal: 6-10 kredit
- › Poszter nemzetközi konferencián: 4-8 kredit
- › Magyar nyelven megjelent szakkikk: 4-8 kredit
- › Idegen nyelven megjelent szakkikk: 8-14 kredit

Konkrét eredménnyel nem járó kutatási tevékenység:

A befektetett munkamennyiség arányában kell elismerni (1 kredit = 30 munkaóra), egy félév során maximum 20 kredit adható konkrét eredménnyel nem járó kutatási tevékenység végzéséért.

A tudományos modulon belül kreditpont adható a tudományos kutatómunkához szükséges képességek és készségek elsajátításáért, a tudományos kutatómunkában való előrehaladásért, a tudományos munka eredményeinek publikálásáért. Az elvégzendő kutatási tevékenység értékelése három fokozatú skálán (kiválóan megfelelt, megfelelt, nem felelt meg) történik. A témavezető minden félév végén az ún. kreditigazoló nyomtatvány kitöltésével igazolja a hallgató kutatási eredményeit és meghatározza a szakmai előadások, hazai és külföldi konferenciákon megtartott előadások és publikált poszterek, valamint magyar- és idegen nyelven elfogadott és megjelent szakkikkek kreditértékét.

A konkrét eredménnyel nem járó kutatási tevékenységet a témavezető a befektetett munkamennyiség arányában minősíti. A konkrét eredménnyel nem járó kutatási tevékenység értelmezése: minden olyan kutatási tevékenység, amely egy adott tudományos probléma megoldásához és a megoldás publikálásához vezet (pl. Szakirodalom feldolgozása, feltevések, megoldási javaslatok állítása és helyességük vizsgálata, az eredmény publikálásra való előkészítése). A konkrét eredménnyel nem járó kutatási tevékenységről a doktorandusznak 3-5 oldalas beszámolót kell észítenie, amelyet a témavezetője aláírásával jóváhagy és a doktori program vezetője ellenjegyez.

INFPHD205 Szakmai kreditek

5-8 félév: összesen minimum 0 kredit, maximum 24 kredit

Szakmai kredit adható a tudományos életbe, tudományos szakmai közösségbe való integrálódást segítő szakmai közéleti tevékenységért, tudományos munkát támogató szakmai tevékenységért (pl. konferencia/workshop szervezésében végzett szakmai tevékenység, tananyagfejlesztés, stb). Szakmai kredit adható továbbá BSc szakdolgozat és MSc diplomamunka témavezetéséért.

Szakmai kredit elismerésére a témavezető tesz javaslatot és az illetékes doktori program vezetője hagyja jóvá.

Oktatási modul (megszerezhető kreditek: 48, teljesítendő kreditek min: 0)

INFPHD300 Oktatási kredit

8 félév alatt minimum 0, maximum 48 kredit, gyakorlat, választható, ismételtető Oktatási tevékenység beszámításánál 1 kontaktóra (45 perc) 2 kreditnek felel meg. Az oktatási tevékenységet az illetékes tanszékvezető igazolja, az érte járó kreditek számát a témavezető ismeri el és az illetékes doktori program vezetőjének jóváhagyásával..

Komplex vizsga

A komplex vizsga tárgyainak listáját az egyes doktori programoknak megfelelően kell összeállítani.

A komplex vizsga előtti utolsó félév végén a doktorandusz részletes kutatási dokumentumot (beszámolót készít), amelyet témavezetője, és az illetékes doktori program vezetője véleményez. A komplex vizsgára való jelentkezés minimális tudományos követelménye egy közlésre benyújtott teljes publikáció, amelynek rendelkezésre kell állnia. Ajánlott, hogy a publikáció legalább közlésre elfogadott legyen.

A komplex vizsga doktori programban kötelezően választható tárgyai (a képzési és kutatási szakaszban komplex vizsgára előkészítő tárgyak listája):

A komplex vizsga tárgyai

- Adatbázisok, tudásbázisok
- Információs rendszerek
- Algoritmusok tervezése és elemzése
- Bonyolultságelmélet
- Fourier analízis és alkalmazásai
- Informatikai biztonság
- Komputeralgebra
- Mesterséges intelligencia
- Numerikus számítások
- Az informatika tanításának módszertana
- Párhuzamos és elosztott rendszerek

- Programok helyessége és szemantikája
- Programozási módszertan
- Programozási nyelvek
- A számításelmélet alapjai
- Számítógépes grafika
- Számítógépes rendszerek
- Informatikai tantervelmélet
- Térinformatika
- Navigációs technológiák
- Távérzékelés
- Téradat-vizualizáció

A komplex vizsga ajánlott tárgyai

- Adatbányászat
- Adatszerkezetek és algoritmusok
- Approximációelmélet
- Bioinformatika
- Differenciálegyenletek numerikus megoldása
- Egyenletrendszerek numerikus megoldása
- Számítási modellek és alkalmazásaik
- Fraktál geometria, káosz
- Görbék és felületek (matematikai) modellezése
- Információelmélet és kódolás
- Információs rendszerek alkalmazásai
- Képfeldolgozás (Számítógépes látás)
- Korszerű adatbázisok
- Matematikai logika
- Neurális számítások
- Programozási technológia
- Temporális logikák
- A www és a hálózatok matematikája
- Térbeli adatbázisok és adatbányászat
- Térképvetületek a térinformatikában

**EÖTVÖS LORÁND UNIVERSITY
DOCTORAL SCHOOL OF INFORMATICS**

EDUCATIONAL PLAN

Discipline:	Informatics / computer science
Level:	Doctoral (PhD)
Aim of the programme:	to prepare students for the obtainment of a doctoral degree
Duration of the program:	8 semesters (the training and research phase and the research and dissertation phase)
Type of the program:	full-time education
Finances:	limited number of state scholarships, otherwise tuition fee
Entry requirement:	MSc/MBA/MA degree and successful entrance examination
Language requirements:	To obtain a degree, a state-recognized complex (B2 type) English language exam at least intermediate level or an equivalent document is required
Certificate at the end of the training:	pre-degree certificate
Full credit requirements:	240 credits
Ways of credit acquisition:	Study credits (min.: 24, max.: 54), teaching credits (min.: 0, max.: 48), research credits (min.: 156, max.: 216), professional credits (min.: 0, max.: 24). The number of the required credits (120) that must be fulfilled by the 4 th semester are stated in the ELTE Doctoral Regulations. By the end of the fourth semester, it is compulsory to take and complete a so-called complex (comprehensive) exam course in one of the subjects of the PhD student's complex exam. The complex exam must be taken at the end of the fourth semester. After a successful complex exam, no study credit can be awarded in the research and dissertation phase.

The doctoral programme consists of the training and research (from the first to the fourth semesters) and the research and dissertation phases (from the fifth to the eighth semesters).

The doctoral training programs of the Doctoral School

- Doctoral School of Informatics/Doctoral Program of Software and Computer Science
- Doctoral School of Informatics/Doctoral Program of Data Science, Networks, Information Systems
- Doctoral School of Informatics/Doctoral Program of Scientific Computing and Models, Numerical and Symbolic Methods
- Doctoral School of Informatics/Doctoral Program of Informatics Teaching Methodology
- Doctoral School of Informatics/Doctoral Program of Geospatial Information and Spatial Data
- Doctoral School of Informatics/Doctoral Program of IT Solutions in Engineering Sciences

I. Doctoral Program of Software and Computer Science

The aim of the doctoral program is to provide doctoral students with deep and wide-ranging knowledge that will enable them to cultivate the theoretical foundations of computing and software science in an effective and active way, furthermore, to apply the methodological principles in an innovative manner, and adopt new procedures.

The program offers the following research topics:

software design and software engineering, algorithms, programming paradigms, programming

languages and type theory, software reliability, analysis, correctness, and testing, software architectures, computational models and unconventional computing, quantum computing, artificial intelligence models and their application in the production of intelligent software, application domain-specific programming languages and software-intensive systems, cyber-physical and autonomous systems, human-machine interaction and natural language processing, and human and social aspects of information technology.

II. Doctoral Program of Data Science, Networks, Information Systems

The doctoral program is concerned with the theoretical research, construction, operation, and use of computer technologies for the operation of the digital data world. The three pillars of the doctoral program, data science, computer networks, and original information systems, support each other and provide a wide range of research opportunities.

- The increasingly abundant availability of data and processing capabilities has led to the emergence of the field of data science, enhancing previous data mining and big data technologies with new deep learning capabilities in Artificial Intelligence. In summary, the field of managing, analyzing, and using big data sets is called data science. This includes data collection, cleaning, storage, and related algorithms, as well as data mining and deep learning technologies for analysis.

- In addition to data management, the research of digital data networks for data collection, flow, access, and communication is the second component of the program. Networks will connect cloud centers to server centers, end users to individual mobile devices, and sensor networks to the Internet of communicating smart objects, extending the connectivity of our world across a very broad spectrum.

- In the area of information systems, the program focuses on new directions in classical system models and operational database management technologies. Research in new concepts for data models, knowledge representation, and new database management technologies is also linked to this area. A key feature of digitization is that information systems are being built and enhanced with increasing automation and integration of AI technologies. Methods, algorithms, and technologies collectively referred to as artificial intelligence, and advanced data analytics solutions, are emerging, integrated, and embedded in processes within organizations and related information system processes. From these processes, the immutability of the outcomes of decisions and actions, the development of formal and feasible models and methods for transparency, traceability, explainability, and the exploration of alternative approaches and solutions are promising research areas.

III. Doctoral Program of Scientific Computing and Models, Numerical and Symbolic Methods

In the field of Scientific Computing and Models, the doctoral program deals with the construction of mathematical models using the tools of harmonic analysis, differential equations, number theory, and computer graphics, with the aim of solving problems in computer science, medicine, engineering, and other fields. In the area of numerical and symbolic methods, the doctoral program is structured around the theory and practice of numerical methods, approximation theory and optimization, and the mathematical background, methods, and applications of symbolic computation. Research in various related disciplines applying scientific computing, numerical or symbolic methods can also be included in the doctoral program. A wide range of topics such as signal and image processing, medical applications, engineering, shape recognition, computer vision, computer algebra applications, cryptography, and information security are being addressed.

IV. Doctoral Program of Informatics Teaching Methodology

The aim of the doctoral program is to train research teachers with a broad knowledge of computer science, who are able to combine the discipline, its new findings, and pedagogical knowledge in a creative way, and who are able to perform demanding tasks in teaching, talent management, curriculum design and development, subject advising and subject management, as well as to provide a supply of new talent in the field of subject methodology in higher education. Research in educational methodologies needs to respond rapidly to a constantly changing knowledge base and to the impact of information technologies that are increasingly embedded in everyday life. The

subject of informatics is changing very rapidly, with an increasing emphasis on programming alongside general informatics, as evidenced by the intensity of curricular debate at the international level. It is therefore essential for researchers to keep pace with the emergence of modern technologies and tools, not only at the user level but also with a broad, professional knowledge of programming. This complex task cannot be achieved without specific research skills.

V. Doctoral Program in Spatial Information and Spatial Data Science

Spatial data plays a critical role in the digitalization of social and industrial domains and is a fundamental input parameter for various economic and research concepts. The successful utilization of location-based content, which includes spatial, temporal, and thematic data, is an indicator of significance from both scientific and economic perspectives. In addition, a substantial amount of human culture information is spatial data.

The doctoral program Spatial Informatics and Spatial Data Science is designed to analyze, interpret, and model spatial relationships of attribute data. It aims to develop a theoretical and practical understanding of spatial data technologies and their application, as well as research development to address the challenges in this field.

The program's thematic areas include remote sensing methods, web-GIS, navigation and mobile mapping technologies, spatial data visualization, spatial data mining, and other relevant topics in computer science.

VI. Doctoral Program of IT Solutions in Engineering Sciences

Modern production technologies are inconceivable without IT research and development nowadays. The comprehensive, complex understanding and management of it is the driving force of modern societies.

The educational perspective within the framework of the doctoral program enables the acquisition of comprehensive proficiency at the interface points of the IT and engineering fields. Based on this knowledge, the students enable to conduct independent research, develop IT solutions and solve problems arising in engineering sciences.

The doctoral program provides theoretical and practical knowledge in the fields of informatics, which are essential for high-quality engineering solutions, including Industry 4.0 manufacturing technology, engineering materials science, mechanics and dynamic flow simulations.

IT research and development focuses on tasks whose solution supports the characteristics and multipurpose, applied use of metallic, polymeric and composite materials. Materials science issues range from molecular systems through an array of material properties to informatics and engineering design, finite element modeling and optimization procedures with IT systems. The background of these and similar engineering solutions is based on engineering mechanics.

The infrastructural conditions of the doctoral program are based on the modern and well-equipped laboratories of the Savaria Institute of Technology within the Faculty of Informatics.

Training and research phase

In the training and research phase, students are required to complete at least 24, maximum 54 study credits.

The 6-credit courses include 2 contact hours per week.

Doctoral Program of Software and Computer Science

Subjects:

INFPHD005 Software Quality Management

6 credit, lecture, optional, not repeatable

- INFPHD008 Seminar on search and communicational complexity**
6 credit, lecture, optional, not repeatable
- INFPHD015 Research Topics in Autonomic Systems**
6 credit, lecture, optional, not repeatable
- INFPHD032 Type theory**
6 credit, lecture, optional, not repeatable
- INFPHD034 Analysis of Algorithms and Data Structures I.**
6 credit, lecture, optional, not repeatable
- INFPHD035 Comparative analysis of Programming Languages**
6 credit, lecture, optional, not repeatable
- INFPHD037 Artificial Neural Nets**
6 credit, lecture, optional, not repeatable
- INFPHD061 Research methodology**
6 credit, practice, mandatory, not repeatable
- INFPHD080 Systems of language processors: formal –language-theoretic models of multi-agent systems**
6 credit, lecture, optional, not repeatable
- INFPHD102 Bio-inspired Computation: Membrane Systems**
6 credit, lecture, optional, not repeatable
- INFPHD407 Software Testing Attila Kovács**
6 credit, lecture, optional, not repeatable
- INFPHD426 Central-European Functional Programming Summer School**
6 kredit, előadás, választható, nem ismételhető
- INFPHD435 Current Trends in Logic Programming**
6 credit, lecture, optional, not repeatable
- INFPHD438 Requirements Engineering**
6 credit, lecture, optional, not repeatable
- INFPHD444 SAT Solving Algorithms**
6 credit, lecture, optional, not repeatable

Comprehensive (complex) exam preparatory subjects:

- INFPHD601 Design and analysis of algorithms (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD602 Complexity (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD604 IT security (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD609 Parallel and Distributed Systems (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD610 Programs correctness and semantics (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD612 Programming Languages (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD613 Theoretical Foundations of Computer Science (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD629 Mathematical Logic (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD631 Programming Technology (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD632 Temporal Logic (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

List of complex exam subjects for the doctoral program:

Design and analysis of algorithms

Complexity theory

IT security

Parallel and distributed systems

Correctness and semantics of programs

Programming languages

Foundations of computational theory

Computer systems

Data structures and algorithms

Mathematical logic

Programming technology

Temporal logics

Doctoral Program of Data Science, Networks, Information Systems

Subjects:

INFPHD022 Advanced database systems II. (Fundamentals of Databases II-III.)

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD023 Data mining

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD037 Artificial Neural Nets

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD048 Analysis of Algorithms and Data Structures II

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD052 Queueing theory

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD061 Research methodology

6 credit, practice, mandatory, not repeatable

INFPHD421 Mobil Ad Hoc Networks

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD427 Peer-to-peer networks

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD441 Semantic Web applications

6 credit, lecture, optional, not repeatable

Complex exam preparatory subjects:

- INFPHD616 Data Mining (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD619 Bioinformatics (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD626 Information systems applications (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD628 Modern databases (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD633 Geoinformatics (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD636 Information systems (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD637 Databases and knowledge bases (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable
- INFPHD638 Mathematics of networks and the www (complex exam preparatory)**
6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

List of complex exam subjects for the doctoral program:

- Databases, knowledge bases
- Data mining
- Bioinformatics
- Modern databases
- Information systems
- IT security
- Artificial Intelligence

List of complex exam subjects recommended in the doctoral program:

- Parallel and distributed systems
- Basics of computation theory
- Computer graphics
- Computer systems
- Design and analysis of algorithms
- Data structures and algorithms
- Image processing (Computer vision)
- Neural computing
- Temporal logics
- Geospatial information
- Mathematics of www and networks

Doctoral Program of Scientific Computing and Models, Numerical and Symbolic Methods

Subjects:

INFPHD009 Surface reconstruction by computer

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD061 Research methodology

6 credit, practice, mandatory, not repeatable

INFPHD167 Nonlinear phenomenon on lattice

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD197 Multiple objective optimization

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD413 Principles of real analysis

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD423 Parallel computing in discrete mathematical modelling

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD433 Fourier calculus I

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD434 Fourier calculus II.

6 credit, lecture, optional, not repeatable

Complex exam preparatory subjects:

INFPHD603 Fourier analysis and its applications (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD607 Numerical computations (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD618 Approximation theory (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD620 Numerical solution of differential equations (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD621 Numerical solution of the equation system (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD622 Models of computation and their applications (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD624 Mathematical modelling of Curves and Surfaces (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

List of complex exam subjects for the doctoral program:

- Fourier analysis and its applications
- Numerical calculations
- Approximation theory
- Numerical solution of differential equations
- Numerical solution of systems of equations
- Computational models and their applications
- Mathematical modeling of curves and surfaces

Doctoral Program of Informatics Teaching Methodology

Subjects:

INFPHD061 Research methodology

6 credit, practice, mandatory, not repeatable

INFPHD142 M-Learning

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD156 R&D questions of innovative TEL (Technology Enchanted Learning)

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD160 Theory of informatics curriculum

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD179 Chapters of informatics methodology research seminar I.

6 credit, practice, optional, not repeatable

INFPHD184 Chapters of informatics methodology research seminar II.

6 credit, practice, optional, not repeatable

INFPHD185 Chapters of informatics methodology research seminar III.

6 credit, practice, optional, not repeatable

INFPHD190 Educational programming languages

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD417 Research fields of interactive media

6 credit, lecture, optional, not repeatable

Complex exam preparatory subjects:

INFPHD608 The teaching methodology of Information Technology (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD611 Programming methodology (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD615 Computer systems (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

List of complex exam subjects for the doctoral program:

- Methodology of teaching Informatics
- Programming methodology
- Computer systems
- Information technology curriculum theory
- Technologies that support teaching

List of complex exam subjects recommended in the doctoral program:

- Databases, knowledge bases
- Information systems
- IT security
- Artificial Intelligence
- Numerical calculations
- Methodology of teaching Informatics
- Parallel and distributed systems
- Programming methodology
- Programming languages
- Computer graphics
- Computer systems
- Information technology curriculum theory
- Technologies that support teaching

Doctoral Program in Spatial Informatics and Spatial Data Science

Subjects:

INFPHD061 Research methodology

6 credit, practice, mandatory, not repeatable

INFPHD462 Developing web applications with maps

6 credit, practice, optional, not repeatable

INFPHD462 Remote sensing methods

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD463 Map animations

6 credit, practice, optional, not repeatable

INFPHD464 Cognitive Data Visualization

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD465 Spatial Databases and Data Mining in Geoinformatics

6 credit, practice, optional, not repeatable

INFPHD466 Output-oriented digital cartography

6 credit, lecture, optional, not repeatable

INFPHD467 Thematic Maps in GIS

6 credit, practice, optional, not repeatable

Complex exam preparatory subjects:

INFPHD640 Remote sensing methods (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD641 Developing web applications with maps (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD642 Output-oriented digital cartography (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD643 Cognitive Data Visualization (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD644 Spatial Databases and Data Mining in Geoinformatics (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

List of complex exam subjects for the doctoral program:

- Geospatial information
- Navigation technologies
- Remote sensing
- Spatial data visualization

List of complex exam subjects recommended in the doctoral program:

- Spatial databases and data mining
- Map projections in GIS

Doctoral Program of IT Solutions in Engineering Sciences

Subjects:

INFPHD061 Research methodology

6 credit, practice, mandatory, not repeatable

Complex exam preparatory subjects:

INFPHD646 Engineering application of information theory and entropy (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD647 Manufacturing engineering for I4.0 (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD648 Computation engineering process (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD649 Modelling and Simulation of Dynamic Systems (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

INFPHD650 Multicriteria decision making (complex exam preparatory)

6 credit, practice, mandatory chosen, not repeatable

Rules for evaluation and assessment:

During the training and research phase, credit points can be given for attending contact classes, for exams, for the preparation of the accomplishment of tasks and for the absolving of assessments. In the case of one-semester courses taught in one or two contact hours a week, the evaluation of the processing and acquisition of the knowledge material is carried out on a five-level scale: excellent (5), good (4), satisfactory (3), pass (2) and fail (1). In the case of some two-semester subjects, the first semester of which does not end with an assessment, at the end of the first semester, the instructor evaluates the student's performance on a two-level scale - passed or failed - with the signature of the instructor. In this case, students only receive grades and study credits at the end of the second semester, after completing the second part of the subject based on a five-point scale.

The minimum number of study credits that must be acquired in the training and research phase is 24. Among the courses that can be taken, we distinguish the so-called courses belonging to the doctoral program, complex exam preparatory subjects and complex exam preparatory subjects recommended in the doctoral program. By the end of the fourth semester, it is mandatory to take at least one complex exam preparatory course, related to the student's complex exam subject.

Mandatory subjects in the training and research phase:

Research methodology (1st semester, 6 credits)

Main subject preparing for complex exam (2nd to 4th semesters, 6 credits)

INFPHD500 Partial training, credit transfer

A maximum of 50% of the study credits required to obtain the pre-degree certificate (absolutorium) can be completed through partial training or credit transfer.

Research credits: the minimum research credits to be completed in the two phases are 156, the maximally acquirable research credits are 216.

Distribution: 1-4 semester: minimum 66 credits, maximum 96 credits
5-8 semester: minimum 90 credits, maximum 120 credits

INFPHD200 Research work

1-4 semester: minimum 66 credits in total, maximum 96 credits in total
5-8 semester: minimum 90 credits in total, maximum 120 credits in total,
practice, mandatory

Mandatory research assignments:

Preparation of a detailed research plan, end of the 1st semester, 2 credits
Preparing a research report 1-3, 5-8. end of semester, 2 credits

The system of recognition of research performance:

Research credit can be given for acquiring the abilities and skills necessary for scientific research work, for making progress in scientific research work, and for publishing the results of scientific work.

Proposal for detailing research credit points:
(recognized by the supervisor with the approval of the head of the doctoral program in proportion to the amount of the work invested):

Recommended amount for completing tasks:

- › Professional presentation: 2-4 credits
- › Presentation with a paper published at a domestic conference: 4-5 credits
- › Poster at a domestic conference: 3-4 credits
- › Presentation with a paper published at an international conference: 6-10 credits
- › Poster at an international conference: 4-8 credits
- › Journal article published in Hungarian: 4-8 credits
- › Journal article published in a foreign language: 8-14 credits

Research activity without concrete results:

It must be recognized in proportion to the amount of work invested (1 credit equals to 30 working hours), a maximum of 20 credits can be given during a semester for carrying out research activities without concrete results.

Within the scientific module, credit points can be awarded for acquiring the abilities and skills necessary for scientific research work, for progressing in scientific research work, and for publishing the results of scientific work. The research activity to be carried out is evaluated on a three-level scale (excellent, pass, fail). At the end of each semesters, the supervisor verifies the student's research results by filling in a credit verification form and determines the credit value of professional presentations, presentations held at domestic and foreign conferences and published posters, as well as accepted and published technical articles in Hungarian and foreign languages.

Research activities that do not lead to specific results are classified by the supervisor in proportion to the amount of work invested. The interpretation of research activity that does not involve a specific result: all research activities that lead to the solution of a given scientific problem and the publication of the solution (e.g. processing literature, making assumptions, proposed solutions and checking their correctness, preparing the result for publication). The doctoral student must prepare a 3 to 5 page report on the research activity that does not lead to specific results, which is approved by the supervisor's

signature and countersigned by the head of the doctoral program.

INFPHD205 Professional credits

Professional credit can be given for scientific public activities that help integration into academic life and the scientific professional community, for scientific activities that support scientific work (e.g. professional activities carried out in the organization of conferences/workshops, curriculum development, etc). Professional credits can also be given for supervising BSc or MSc theses.

The supervisor makes a proposal for the recognition of professional credit and the head of the relevant doctoral program approves it.

INFPHD300 - Teaching credit

During the 8 semesters of the doctoral program, maximum 48 credits can be acquired out of teaching (24 credits in the training and educational phase, 24 credits in the dissertational phase)

When counting teaching activities, 1 contact hour (45 minutes) corresponds to 2 credits. The educational activity is certified by the relevant head of department and the number of credits for it recognized by the supervisor and with the approval of the head of the relevant doctoral program.

Comprehensive (complex) exam

The list of subjects for the complex exam is compiled according to the doctoral programs.

At the end of the last semester before the complex exam, the doctoral student prepares a detailed research document (report), which is reviewed by his supervisor and the head of the relevant doctoral program. The minimum academic requirement to apply for the complex exam is a full paper submitted for publication, which must be available. It is recommended that the paper be at least accepted for publication.

Mandatory chosen subjects of the complex exam in the doctoral program:

Subjects of the complex exam

- Databases, knowledge bases
- Information systems
- Design and analysis of algorithms
- Complexity theory
- Fourier analysis and its applications
- IT security
- Computer algebra
- Artificial Intelligence
- Numerical calculations
- Methodology of teaching IT
- Parallel and distributed systems
- Correctness and semantics of programs
- Programming methodology
- Programming languages
- Basics of computational theory
- Computer graphics
- Computer systems

- Information technology curriculum theory
- Spatial informatics
- Navigation technologies
- Remote sensing
- Spatial data visualization

Recommended subjects of the complex exam

- Data mining
- Data structures and algorithms
- Approximation theory
- Bioinformatics
- Numerical solution of differential equations
- Numerical solution of systems of equations
- Computational models and their applications
- Fractal geometry, chaos
- Modeling of curves and surfaces
- Information theory and coding
- Applications of information systems
- Image processing (Computer vision)
- Modern databases
- Mathematical logic
- Neural calculations
- Programming technology
- Temporal logics
- Mathematics of www and networks
- Spatial databases and data mining
- Map projections in GIS